

PCT/FR 00/00916 24 OCT 2001



FR00/916

REC'D 15 MAY 2000

WIPO

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 04 MAI 2000

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Martine PLANCHE

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cedex 08
Téléphone 01 53 04 53 04
Télécopie 01 42 93 59 30

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☒

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Reserve à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES **29 AVR. 1999**
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **99 06178**
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT **NA**
DATE DE DÉPÔT **29 AVR. 1999**

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE
SIDEL
Gilles PUTET
BP 204
F-76053 LE HAVRE Cedex

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention ☐ demande divisionnaire
☐ certificat d'utilité ☐ transformation d'une demande de brevet européen
☐ demande initiale ☐ brevet d'invention

n° du pouvoir permanent références du correspondant téléphone
PG07738 **TU 99013** **0232858733**

Établissement du rapport de recherche

☐ différé ☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui ☒ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

Dispositif pour le dépôt par plasma micro-ondes d'un revêtement sur un récipient en matériau thermoplastique.

3 DEMANDEUR (S) n° SIREN

code APE/NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

SIDEL S.A.

Forme juridique

Société Anonyme

Nationalité (s) **Française**

Adresse (s) complète (s)

Avenue de la Batrouille de France
Octeville-sur-mer
BP 204
76053 LE HAVRE Cedex

Pays

FRANCE

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui ☒ non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois ☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine numéro date de dépôt nature de la demande

7 DIVISIONS

antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire)

SIDEL S.A.
Gilles PUTET

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

ANNICK HOH



BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITE

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg

75800 Paris Cédex 08

Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

IN 9913

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

790 6178

TITRE DE L'INVENTION :

Dispositif pour le dépôt par plasma micro-ondes d'un revêtement sur un récipient en matériau thermoplastique.

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

SIDEL S.A.
Patrick SILORET
B.P. 204
F - 76053 LE HAVRE CEDEX

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

CHOLLET Patrick

domicilié aux fins de la présente :

SIDEL S.A.
B.P. 204
F - 76053 LE HAVRE CEDEX

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

Le 10 mai 1999

Patrick SILORET

DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDEICATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
5,9 + 1/4			X	28/06/99	EMI - 01 JUL 1999

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).

Dispositif pour le dépôt par plasma micro-ondes d'un revêtement sur un récipient en matériau thermoplastique

L'invention se rapporte au domaine des procédés de dépôt de
5 couches minces sur un récipient, par exemple en matériau thermoplastique.

L'invention trouvera par exemple application dans le domaine de la réalisation de couches barrières sur des bouteilles ou des pots en matériaux thermoplastiques tels que le polyéthylène téréphtalate.

10 En effet, on cherche actuellement à améliorer les propriétés barrières de ces récipients, notamment en vue de diminuer leur perméabilité aux gaz ou d'augmenter leur opacité à certains rayonnements, notamment les ultraviolets, ceci afin d'augmenter la durée de conservation des produits emballés dans ces récipients.

15 Dans ce but, divers procédés ont été proposés qui visent à recouvrir les récipients d'une couche de matériau organique ou inorganique permettant d'améliorer les propriétés du récipient. Pour réaliser de tels revêtements, une voie particulièrement intéressante consiste à effectuer un dépôt par plasma à basse pression. Dans un tel procédé, on crée à
20 l'intérieur du récipient un vide en même temps que l'on y injecte un fluide réactionnel sous une pression absolue de préférence inférieure à 1 mbar. Le fluide réactionnel varie en fonction de la nature du matériau que l'on souhaite déposer. Il comporte un précurseur du matériau à déposer, généralement sous la forme d'un gaz ou d'un mélange de gaz. Il peut aussi
25 comporter un gaz porteur.

Ce fluide réactionnel est soumis, à l'intérieur du récipient, à un rayonnement électromagnétique de type micro-ondes propre à exciter le précurseur pour former un plasma qui crée des molécules actives pouvant se déposer sur la surface du récipient par le biais d'une liaison physico-
30 chimique particulièrement forte qui garantit la stabilité du matériau déposé.

L'utilisation de rayonnements électromagnétiques de type micro-ondes permet notamment d'obtenir des dépôts ayant une structure particulière impossible à obtenir avec d'autres rayonnements tels que les rayonnements de type radiofréquences qui sont largement utilisés.

35 Une des difficultés que l'on rencontre dans la mise en œuvre de ces procédés réside dans le fait d'obtenir une uniformité du dépôt sur toute la

surface à revêtir, notamment en termes d'épaisseur de la couche déposée et en termes de composition de cette couche. Bien entendu, cette mauvaise répartition de la couche déposée n'est pas satisfaisante.

Or, l'obtention d'un dépôt homogène passe notamment par
5 l'utilisation d'un plasma présentant la plus grande uniformité possible à l'intérieur du récipient.

L'invention a donc pour but de proposer un dispositif permettant d'obtenir une propagation optimale des micro-ondes apte à garantir une bonne homogénéité du dépôt formé dans la bouteille. Ce dispositif doit de
10 plus permettre que cette homogénéité soit obtenue tout en utilisant des temps de traitement compatibles avec une utilisation industrielle, c'est-à-dire avec des vitesses de dépôt relativement importantes.

Dans ce but, l'invention propose un dispositif pour le dépôt d'un revêtement sur une face interne d'un récipient en matériau
15 thermoplastique, du type dans lequel le dépôt est réalisé à l'aide d'un plasma à basse pression qui est créé à l'intérieur du récipient par excitation d'un gaz précurseur grâce à des ondes électromagnétiques de type micro-ondes, et du type dans lequel le récipient est placé dans une enceinte en matériau conducteur à l'intérieur de laquelle les micro-ondes
20 sont introduites par l'intermédiaire d'un dispositif de couplage, caractérisé en ce que l'enceinte est cylindrique de révolution autour d'un axe principal du récipient, en ce que le dispositif de couplage comporte un tunnel guide d'onde qui s'étend selon une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'enceinte et qui débouche dans une paroi latérale de celle-ci sous la
25 forme d'une fenêtre qui, en en projection sur un plan tangent à l'enceinte, présente une forme rectangulaire dont la plus petite dimension correspond à sa dimension selon la direction de l'axe de l'enceinte, et en ce que le diamètre interne de l'enceinte est tel que les micro-ondes se propagent dans l'enceinte principalement selon un mode dans lequel le champ
30 électrique résultant de la propagation des micro-ondes présente une symétrie axiale de révolution.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- lorsque les micro-ondes sont introduites dans l'enceinte en l'absence de récipient, la variation de l'intensité du champ électrique
35 présente deux maxima sur un rayon de l'enceinte ;

- les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, et le diamètre interne de l'enceinte (12) est compris entre 213 et 217 mm ;

- lorsque les micro-ondes sont introduites dans l'enceinte en l'absence de récipient, la variation de l'intensité du champ électrique présente trois maxima sur un rayon de l'enceinte ;

- les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, et le diamètre interne de l'enceinte est compris entre 334 et 340 mm ;

- lorsque les micro-ondes sont introduites dans l'enceinte en l'absence de récipient, la variation de l'intensité du champ électrique présente quatre maxima sur un rayon de l'enceinte ;

- les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, et le diamètre interne de l'enceinte est compris entre 455 et 465 mm ;

- le tunnel guide d'onde est de section rectangulaire ;

- les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, en ce que la section du tunnel guide d'onde présente des dimensions d'environ 43 mm selon la direction de l'axe de l'enceinte et d'environ 86 mm selon la direction perpendiculaire.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit ainsi que dans le dessin annexé dans lequel la figure unique illustre de manière schématique un dispositif conforme aux enseignements de l'invention.

Le dispositif illustré schématiquement sur la figure unique est un poste de traitement 10 conforme aux enseignements de l'invention. Il est destiné à assurer la mise en œuvre d'un procédé de dépôt par plasma à basse pression d'un revêtement sur la face interne d'un récipient en matériau thermoplastique.

A titre d'exemple, le récipient peut être une bouteille en polyéthylène téréphtalate (PET) et le revêtement à former peut être constitué d'un matériau à base de carbone. Toutefois, l'invention pourra avantageusement être mise en œuvre pour d'autres récipients et pour d'autres types de revêtements, par exemple pour des revêtements à base d'oxydes de silicium ou d'oxydes aluminium. Tous ces revêtements sont en effet particulièrement intéressants car ils permettent de diminuer de manière importante la perméabilité d'une bouteille en PET vis-à-vis de gaz tels que l'oxygène et le dioxyde de carbone.

Le poste de traitement 10 est prévu pour traiter une bouteille à la fois. Toutefois, ce poste sera de préférence intégré à une machine rotative comportant une série de postes identiques, ceci afin de pouvoir traiter un grand nombre de bouteilles dans un temps donné.

5 Le poste 10 comporte donc une enceinte extérieure 12 en matériau conducteur, par exemple métallique. L'enceinte 12 est cylindrique d'axe A1 et, selon l'invention, elle est dimensionnée pour favoriser un mode particulier de couplage d'un champ électromagnétique de type micro-ondes.

10 En effet, le poste 10 comporte un générateur 14 qui est agencé à l'extérieur de l'enceinte 12 et qui est susceptible de délivrer un champ électromagnétique dans le domaine des micro-ondes. La fréquence du champ de micro-ondes délivré par le générateur 14 est par exemple de 2,45 GHz.

15 Le générateur 14 est monté dans un coffret 13 à l'extérieur de l'enceinte 12, et le rayonnement électromagnétique qu'il délivre est amené jusqu'à l'enceinte 12 par un guide d'ondes 15 en forme de tunnel qui s'étend selon un rayon de l'enceinte cylindrique et qui débouche au travers d'une fenêtre aménagée dans l'enceinte, sensiblement à mi-hauteur de
20 celle-ci.

Comme cela sera divulgué en détails plus bas, la forme et les dimensions du guide d'ondes 15 sont elles aussi adaptées pour permettre un couplage favorable du champ de micro-ondes dans l'enceinte 12.

A l'intérieur de l'enceinte 12, on a disposé un tube 16 qui est coaxial
25 à l'enceinte, qui est sensiblement transparent pour les micro-ondes, et qui délimite, à l'intérieur de l'enceinte 12, une cavité cylindrique 18 coaxiale à l'enceinte 12. Le tube 16 est par exemple réalisé en quartz. La cavité 18 est fermée à l'une de ses extrémités axiales, en l'occurrence l'extrémité inférieure, par une paroi transversale inférieure 26 de l'enceinte 12. Au
30 contraire, l'extrémité supérieure de la cavité 18 est ouverte pour permettre l'introduction d'une bouteille à l'intérieur de la cavité dans laquelle elle va subir un traitement. La bouteille est disposée de manière sensiblement coaxiale à l'enceinte 12 et à la cavité 18.

Un couvercle 20 est destiné à refermer de manière étanche
35 l'extrémité supérieure de la cavité 18 de telle sorte que l'on puisse y faire

le vide. Pour permettre l'introduction du récipient 24 à l'intérieur de la cavité 18, le couvercle 20 est mobile axialement.

Sur le couvercle 20, il est prévu des moyens 22 pour maintenir le récipient 24 par le col, et des moyens pour créer différents niveaux de vide dans la cavité 18. Ainsi, dans le récipient 24, on crée un vide correspondant à une pression absolue d'environ 0,1 mbar, et, à l'extérieur de la bouteille, on crée un vide correspondant à une pression absolue d'environ 50 mbar. Le vide créé autour du récipient 24 évite que celui-ci ne soit soumis à un trop grand différentiel de pression qui conduirait à une déformation du récipient. Toutefois, ce vide n'est pas suffisamment poussé pour permettre la formation d'un plasma, ceci afin que l'énergie apportée par les micro-ondes ne soit pas dispersée à l'extérieur de la bouteille où on ne souhaite pas réaliser de dépôt. Un autre mode de fonctionnement est de créer, autour du récipient 24, un vide suffisamment bas, par exemple inférieur à 0,01 mbar, pour que le plasma ne puisse s'y amorcer. Ce mode de fonctionnement est techniquement moins intéressant car il faut plus de temps pour atteindre ce bas niveau de pression.

Bien entendu, le couvercle 20 comporte aussi des moyens 26 pour injecter à l'intérieur du récipient 24 un fluide réactionnel qui contient au moins un précurseur pour le matériau que l'on souhaite déposer sur la paroi interne du récipient. On notera que le traitement du récipient 24 pourra aussi comporter la mise en œuvre de procédés complémentaires au procédé de dépôt. On peut ainsi envisager d'effectuer un premier procédé de préparation de la surface interne du récipient avant d'effectuer le dépôt, ou d'effectuer un procédé ultérieur au dépôt.

Le dispositif comporte aussi des plateaux annulaires 28, 30 d'axe A1 qui sont disposés dans l'enceinte 12, autour du tube de quartz 16. Les deux plateaux 28, 30 sont décalés axialement l'un par rapport à l'autre de manière à être agencés axialement de part et d'autre de la fenêtre par laquelle le guide d'onde 15 débouche dans l'enceinte 12. Toutefois, leurs positions axiales respectives peuvent varier en fonction de la forme du récipient 24 à traiter. En effet, les plateaux 28, 30, qui sont réalisés en matériau conducteur de l'électricité, sont destinés à former des courts-circuits pour le champ électromagnétique introduit dans l'enceinte 12, ceci de manière à confiner axialement le champ pour avoir un maximum de l'intensité au niveau de la zone effective de traitement. Les plateaux 28, 30

sont donc portés par des tiges 32, 34 coulissantes axialement qui permettent un réglage rapide et aisé de la position axiale des plateaux.

Selon l'invention, le dispositif proposé doit permettre l'obtention, à l'intérieur du récipient, d'un plasma présentant la plus grande homogénéité possible. Pour ce faire, il faut que l'intensité du champ électromagnétique soit répartie de la manière la plus uniforme possible, et notamment que l'intensité du champ en un point de l'enceinte soit sensiblement indépendante de la position axiale du point considéré, mais aussi sensiblement indépendante de la position angulaire de ce point autour de l'axe A1.

Pour ce faire, il est apparu que les meilleurs résultats ont été obtenus avec le poste de traitement tel que défini ci-dessous.

Le guide d'onde 15, dont on a vu qu'il s'étend selon un rayon par rapport à l'axe A1, est délimité radialement vers l'extérieur par une paroi de fond 36 agencée sensiblement à 185 mm de l'axe A1. Le guide d'onde 15 présente une section rectangulaire constante dont la hauteur selon la direction de l'axe A1 est d'environ 43 mm et dont la largeur est d'environ 86 mm.

Le générateur 14 est disposé de telle sorte que son antenne 38, qui pénètre dans le guide d'onde 15 par une ouverture aménagée dans une paroi inférieure du guide d'onde, soit située radialement par rapport à la paroi de fond 36 à la distance prédéterminée préconisée par le constructeur du générateur.

Toutefois, pour obtenir une répartition optimum de l'intensité du champ électromagnétique, il est apparu que le paramètre déterminant était le diamètre interne de l'enceinte 12.

En effet, dans le cadre de l'utilisation d'un générateur de micro-ondes à 2,45 GHz, des résultats particulièrement probants ont été obtenus pour les dans les trois cas suivants :

- le diamètre interne de l'enceinte est compris entre 213 et 217 mm, auquel cas, en l'absence de récipient et de vide dans la cavité, la variation de l'intensité du champ électrique présente deux maxima sur un rayon de l'enceinte ;

- le diamètre interne de l'enceinte est compris entre 334 et 340 mm, auquel cas, en l'absence de récipient et de vide dans la cavité, la variation

de l'intensité du champ électrique présente trois maxima sur un rayon de l'enceinte ;

- le diamètre interne de l'enceinte est compris entre 455 et 465 mm, auquel cas, en l'absence de récipient et de vide dans la cavité, la variation
- 5 de l'intensité du champ électrique présente quatre maxima sur un rayon de l'enceinte.

Ces résultats sont susceptibles d'être mis en évidence en disposant, à l'intérieur de l'enceinte des feuilles de papier thermosensible selon diverses orientations (radiales, circonférentielles et transversales) pour

- 10 obtenir une image du champ électromagnétique régnant dans l'enceinte. Dans les trois cas, on a pu remarquer que le champ électromagnétique présentait une symétrie axiale de révolution autour de l'axe A1.

Dans le cas d'une enceinte présentant un diamètre interne d'environ 215 mm, on pourra par exemple utiliser un tube de quartz 16 présentant un

- 15 diamètre interne d'environ 85 mm. Avec un tel dispositif, des essais ont permis de déposer, sur la face interne d'une bouteille en PET d'un volume de 500 ml, un revêtement homogène d'un matériau à base de carbone avec des vitesses moyennes de dépôt de l'ordre de 300 à 400 angströms par seconde. Ainsi, le temps de traitement permettant d'obtenir une couche
- 20 barrière efficace est de l'ordre de 1 à 3 secondes, ce qui permet de mettre en œuvre ce dispositif à échelle industrielle.

On le voit l'invention permet donc d'aboutir à un dispositif industriel pour effectuer sur la paroi interne du récipient un dépôt présentant toutes les qualités requises, notamment en termes de propriétés barrières, dans

- 25 un temps très court. Par ailleurs, ce dispositif est suffisamment simple et compact pour pouvoir être installé sur une machine tournante capable de traiter un nombre important de récipients par heure.

REVENDECATIONS

1. Dispositif pour le dépôt d'un revêtement sur une face interne d'un
5 récipient en matériau thermoplastique, du type dans lequel le dépôt est
réalisé à l'aide d'un plasma à basse pression qui est créé à l'intérieur du
récipient (24) par excitation d'un gaz précurseur grâce à des ondes
électromagnétiques de type micro-ondes, et du type dans lequel le
10 récipient est placé dans une enceinte (12) en matériau conducteur à
l'intérieur de laquelle les micro-ondes sont introduites par l'intermédiaire
d'un dispositif de couplage,

caractérisé en ce que l'enceinte (12) est cylindrique de révolution
autour d'un axe principal (A1) du récipient (24), en ce que le dispositif de
couplage comporte un tunnel guide d'onde (15) qui s'étend selon une
15 direction sensiblement perpendiculaire à l'axe (A1) de l'enceinte et qui
débouche dans une paroi latérale de celle-ci sous la forme d'une fenêtre
qui, en projection sur un plan tangent à l'enceinte, présente une forme
rectangulaire dont la plus petite dimension correspond à sa dimension
selon la direction de l'axe de l'enceinte, et en ce que le diamètre interne
20 de l'enceinte (12) est tel que les micro-ondes se propagent dans l'enceinte
principalement selon un mode dans lequel le champ électrique résultant de
la propagation des micro-ondes présente une symétrie axiale de révolution.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque
25 les micro-ondes sont introduites dans l'enceinte (12) en l'absence de
récipient (24), la variation de l'intensité du champ électrique présente deux
maxima sur un rayon de l'enceinte.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les
30 micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, et en ce que le diamètre
interne de l'enceinte (12) est compris entre 213 et 217 mm.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lorsque
les micro-ondes sont introduites dans l'enceinte en l'absence de récipient,
35 la variation de l'intensité du champ électrique présente trois maxima sur un
rayon de l'enceinte.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, et en ce que le diamètre interne de l'enceinte (12) est compris entre 334 et 340 mm.

5

6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lorsque les micro-ondes sont introduites dans l'enceinte en l'absence de récipient, la variation de l'intensité du champ électrique présente quatre maxima sur un rayon de l'enceinte.

10

7. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, et en ce que le diamètre interne de l'enceinte est compris entre 455 et 465 mm.

15

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tunnel guide d'onde (15) est de section rectangulaire.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, en ce que la section du tunnel guide d'onde (15) présente des dimensions d'environ 43 mm selon la direction de l'axe (A1) de l'enceinte (12) et d'environ 86 mm selon la direction perpendiculaire.

25

le vide. Pour permettre l'introduction du récipient 24 à l'intérieur de la cavité 18, le couvercle 20 est mobile axialement.

Sur le couvercle 20, il est prévu des moyens 22 pour maintenir le récipient 24 par le col, et des moyens pour créer différents niveaux de vide dans la cavité 18. Ainsi, dans le récipient 24, on crée un vide correspondant à une pression absolue d'environ 0,1 mbar, et, à l'extérieur de la bouteille, on crée un vide correspondant à une pression absolue d'environ 50 mbar. Le vide créé autour du récipient 24 évite que celui-ci ne soit soumis à un trop grand différentiel de pression qui conduirait à une déformation du récipient. Toutefois, ce vide n'est pas suffisamment poussé pour permettre la formation d'un plasma, ceci afin que l'énergie apportée par les micro-ondes ne soit pas dispersée à l'extérieur de la bouteille où on ne souhaite pas réaliser de dépôt. Un autre mode de fonctionnement est de créer, autour du récipient 24, un vide suffisamment bas, par exemple inférieur à 0,01 mbar, pour que le plasma ne puisse s'y amorcer. Ce mode de fonctionnement est techniquement moins intéressant car il faut plus de temps pour atteindre ce bas niveau de pression.

Bien entendu, le couvercle 20 comporte aussi des moyens pour injecter à l'intérieur du récipient 24 un fluide réactionnel qui contient au moins un précurseur pour le matériau que l'on souhaite déposer sur la paroi interne du récipient. On notera que le traitement du récipient 24 pourra aussi comporter la mise en œuvre de procédés complémentaires au procédé de dépôt. On peut ainsi envisager d'effectuer un premier procédé de préparation de la surface interne du récipient avant d'effectuer le dépôt, ou d'effectuer un procédé ultérieur au dépôt.

Le dispositif comporte aussi des plateaux annulaires 28, 30 d'axe A1 qui sont disposés dans l'enceinte 12, autour du tube de quartz 16. Les deux plateaux 28, 30 sont décalés axialement l'un par rapport à l'autre de manière à être agencés axialement de part et d'autre de la fenêtre par laquelle le guide d'onde 15 débouche dans l'enceinte 12. Toutefois, leurs positions axiales respectives peuvent varier en fonction de la forme du récipient 24 à traiter. En effet, les plateaux 28, 30, qui sont réalisés en matériau conducteur de l'électricité, sont destinés à former des courts-circuits pour le champ électromagnétique introduit dans l'enceinte 12, ceci de manière à confiner axialement le champ pour avoir un maximum de l'intensité au niveau de la zone effective de traitement. Les plateaux 28, 30

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, et en ce que le diamètre interne de l'enceinte (12) est compris entre 334 et 340 mm.

5

6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lorsque les micro-ondes sont introduites dans l'enceinte en l'absence de récipient, la variation de l'intensité du champ électrique présente quatre maxima sur un rayon de l'enceinte.

10

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, et en ce que le diamètre interne de l'enceinte est compris entre 455 et 465 mm.

15

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tunnel guide d'onde (15) est de section rectangulaire.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les micro-ondes ont une fréquence de 2,45 GHz, en ce que la section du tunnel guide d'onde (15) présente des dimensions d'environ 43 mm selon la direction de l'axe (A1) de l'enceinte (12) et d'environ 86 mm selon la direction perpendiculaire.

25

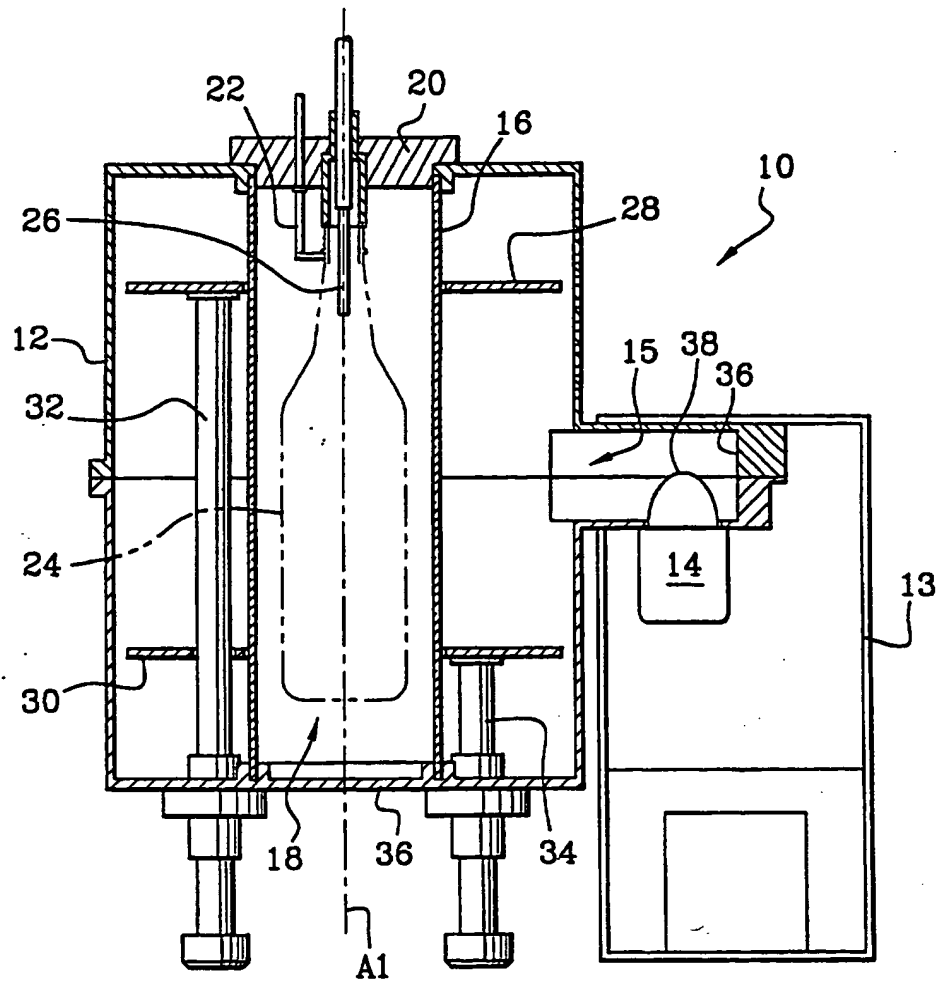
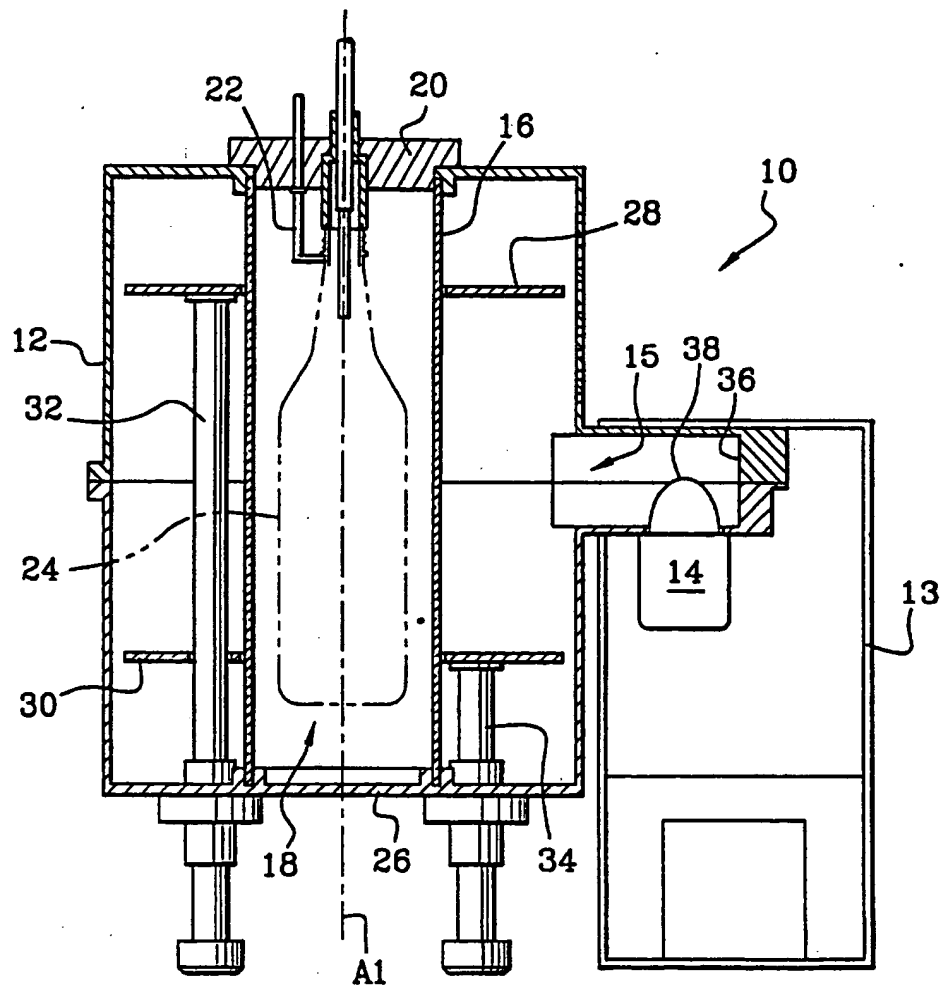


FIG. UNIQUE

FIG. UNIQUE

**PThis Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.